



DEUTSCHES
PATENTAMT

21 Aktenzeichen: P 43 38 067.0-21
22 Anmeldetag: 8. 11. 93
43 Offenlegungstag: —
45 Veröffentlichungstag
der Patenterteilung: 16. 3. 95

US 5492397

DE 43 38 067 C 1

Innerhalb von 3 Monaten nach Veröffentlichung der Erteilung kann Einspruch erhoben werden

73 Patentinhaber:

Mercedes-Benz Aktiengesellschaft, 70327 Stuttgart,
DE

72 Erfinder:

Steiner, Manfred, Dipl.-Ing., 71364 Winnenden, DE;
Rump, Siegfried, Dipl.-Ing., 71384 Weinstadt, DE;
Steffi, Christoph, Dipl.-Ing. (FH), 71522 Backnang,
DE; Douglas, Brian, 70374 Stuttgart, DE; Nell,
Jochim, Dipl.-Ing., 73760 Ostfildern, DE; Brugger,
Franz, Dipl.-Ing., 71364 Winnenden, DE; Klarer,
Martin, Dipl.-Ing., 71394 Kernen, DE; Knoff, Bernd,
Dipl.-Ing., 73734 Esslingen, DE; Eckl, Albrecht,
Dipl.-Ing., 70329 Stuttgart, DE

56 Für die Beurteilung der Patentfähigkeit
in Betracht gezogene Druckschriften:

DE 43 25 940 C1
DE 40 28 290 C1

54 Verfahren zum Beenden eines automatischen Bremsvorganges für Kraftfahrzeuge

57 Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Beenden eines automatischen Bremsvorganges. Aufgabe der Erfindung ist es, einen automatischen Bremsvorgang dahingehend zu verbessern, daß immer ein sicheres Beenden des Bremsvorganges erfolgt. Es sollen weitere, von der Betätigungskraft des Bremspedals unabhängige Abbruchkriterien für den automatischen Bremsvorgang geschaffen werden. Gemäß der Erfindung werden als Abbruchkriterium fahrdynamische Größen oder die Zuschaltzeit des automatischen Bremsvorganges, gegebenenfalls auch in Abhängigkeit fahrdynamischer Größen verwendet. Dies ermöglicht es, den automatischen Bremsvorgang in Abhängigkeit von dem Verhalten des Fahrzeugs zu beenden. Ferner wird vorgeschlagen beim Beenden des automatischen Bremsvorganges den Gradienten des Bremsdrucks in Abhängigkeit der Zuschaltzeit und/oder in Abhängigkeit von Abschaltkriterien zu ermitteln.

DE 43 38 067 C 1

Beschreibung

Die Erfindung betrifft einen automatischen Bremsvorgang nach dem Oberbegriff von Anspruch 1, wie er beispielsweise aus der DE 40 28 290 C1 als bekannt hervorgeht.

Aus dieser Schrift ist es bekannt, einen automatischen Bremsvorgang dann durchzuführen, wenn die Betätigungsgeschwindigkeit des Bremspedals einen vorgegebenen Schwellenwert überschreitet. Bei dem automatischen Bremsvorgang wird ein höherer als sich aus der Stellung des Bremspedals ergebender Bremsdruck aufgebaut. Beendet wird der automatische Bremsvorgang dann, wenn die Pedalrücknahmegeschwindigkeit einen ihr zugeordneten Schwellenwert überschreitet. Dazu wird der Bremsdruck, der über dem der Bremspedalstellung entsprechenden Druck liegt, abgebaut. Dabei kann die Geschwindigkeit des Druckabbaus in Abhängigkeit des maximal zurückgelegten Pedalwegs des Bremspedals bestimmt werden.

In der nicht vorveröffentlichten DE 43 25 940 C1 wird eine Anpassung des Auslösekriteriums für den automatischen Bremsvorgang vorgeschlagen. Daneben wird in dieser Schrift vorgeschlagen, den automatischen Bremsvorgang dann zu beenden, wenn die das Bremspedal beaufschlagende Fußkraft des Fahrers einen Schwellenwert unterschreitet.

Das Beenden des automatischen Bremsvorgangs in Abhängigkeit der Pedalrücknahmegeschwindigkeit ist nicht zuverlässig genug, da der Fahrer auch bei langsamen Zurücknehmen des Bremspedals ein Beenden des automatischen Bremsvorgangs erwarten kann. Ferner ist auch nicht sichergestellt, daß bei Stillstand des Fahrzeugs der automatische Bremsvorgang beendet ist.

Aufgabe der Erfindung ist es, den gattungsgemäß zugrundegelegten Bremsvorgang dahingehend zu verbessern, daß immer ein sicheres Beenden des Bremsvorgangs erfolgt. Es sollen weitere, von der Betätigungskraft des Bremspedals unabhängige Abbruchkriterien für den automatischen Bremsvorgang geschaffen werden.

Diese Aufgabe wird bei Zugrundelegung des gattungsgemäßen automatischen Bremsvorgangs erfindungsgemäß durch die kennzeichnenden Merkmale der unabhängigen Ansprüche 1, 6 und 15 gelöst.

Gemäß Anspruch 1 werden als Abbruchkriterium fahrdynamische Größen verwendet. Dies ermöglicht es, den automatischen Bremsvorgang in Abhängigkeit von dem Verhalten des Fahrzeugs zu beenden. Gemäß Unteransprüchen werden als fahrdynamische Größen insbesondere die Fahrzeuggeschwindigkeit und die Fahrzeugverzögerung herangezogen.

Gemäß dem Anspruch 6 wird ein zeitabhängiges Abbruchkriterium vorgeschlagen. Dieses zeitabhängige Kriterium stellt sicher, daß nach einer bestimmten Zuschaltdauer der automatische Bremsvorgang beendet wird. Dieses Kriterium ist daher besonders geeignet in Verbindung mit anderen Abbruchkriterien als Sicherheit bei Betriebsstörungen zu dienen. In diesem Fall ist es dann sinnvoll eine maximale Betriebsdauer vorzugeben, wie dies in einer Ausgestaltung der Erfindung vorgeschlagen wird. Gemäß weiteren Ausgestaltungen kann das zeitabhängige Abbruchkriterium in Abhängigkeit von fahrdynamischen Größen ermittelt werden. Dann ist es ebenfalls dazu geeignet als einziges Abbruchkriterium zu dienen. Selbstverständlich können mehrere Abbruchkriterien parallel zueinander oder in Verbindung miteinander zum Beenden des automati-

schen Bremsvorgangs herangezogen werden. Dies ist besonders deshalb interessant, weil der automatische Bremsvorgang sicherheitskritisch ist und sein Beenden auf jeden Fall gewährleistet sein muß.

Zum sicheren Beenden des automatischen Bremsvorgangs gehört nicht nur das sichere Erkennen eines Abbruchzeitpunktes sondern auch das Abbauen des zusätzlich zu dem der Bremspedalstellung entsprechenden Bremsdruck erzeugten Bremsdrucks in einer Weise, die den Fahrer nicht zu unerwünschten Reaktionen oder Fehleinschätzungen der Fahrsituation veranlaßt. Deshalb wird in dem Anspruch vorgeschlagen, den Gradienten des Bremsdruckabbaus in Abhängigkeit des Abbruchkriteriums Zuschaltzeit oder in Abhängigkeit des Überschreitens oder Unterschreitens des Schwellenwertes durch die dem Schwellenwert des Abbruchkriteriums zugeordnete Größe zu bestimmen.

Zweckmäßige Ausgestaltungen der Erfindung können den Unteransprüchen entnommen werden; im übrigen ist die Erfindung an Hand eines in der Zeichnung dargestellten Ausführungsbeispiels nachfolgend noch erläutert; dabei zeigen:

Fig. 1 das Flußdiagramm eines Verfahrens zum Beenden des automatischen Bremsvorgangs in Abhängigkeit mehrerer Abbruchkriterien und

Fig. 2 den Graphen des Öffnungsgrades eines Entlüftungsventils in Abhängigkeit des Pedalrücknahmewegs.

Die Fig. 1 zeigt das Flußdiagramm eines Verfahrens zum Beenden des automatischen Bremsvorgangs, bei dem mehrere Abbruchkriterien miteinander kombiniert wurden. Die Abbruchkriterien werden nacheinander überprüft. Das erste Abbruchkriterium, das erfüllt wird, beendet den automatischen Bremsvorgang. Der Bremsdruckabbau wird dann in Abhängigkeit der Zuschaltzeit und des Abbruchkriteriums, das zum Beenden des automatischen Bremsvorgangs führt bestimmt. Der Bremsdruck wird auf den der Bremspedalstellung entsprechenden Bremsdruck zurückgeführt.

Der Schritt 100 enthält das einfachste Auslösekriterium für den automatischen Bremsvorgang. Erst wenn die Betätigungsgeschwindigkeit v_{Ped} einen Schwellenwert v_{PedS} überschreitet wird der automatische Bremsvorgang ausgelöst. Im Schritt 101 wird die Variable t , die die Zuschaltdauer des Bremsassistenten erfaßt, zurückgesetzt. Die aktuelle Fahrzeuggeschwindigkeit v_{FA} wird im Schritt 102 als Wert für die Fahrzeuggeschwindigkeit v_{FB} zum Beginn des automatischen Bremsvorgangs eingelesen. Danach wird der automatische Bremsvorgang gemäß Schritt 103 eingeleitet. Der Druckaufbau des automatischen Bremsvorgang kann dabei ebenso wie weitere Verbesserungen des Auslösekriteriums beispielsweise so durchgeführt werden, wie es in der DE 40 28 290 C1 oder in der DE-P. 43 25 940.5 beschrieben ist.

Die Überprüfung der einzelnen Abbruchkriterien gemäß dieses Ausführungsbeispiels der Erfindung ist in den Schritten 104 bis 109 enthalten.

Im Schritt 104 wird überprüft, ob die seit Beginn des automatischen Bremsvorgangs verstrichene Zuschaltzeit t einen maximalen Wert t_{zm} überschritten hat. Der Wert der maximalen Zuschaltzeit t_{zm} ist beispielsweise so gewählt, daß bei einer Bremsung aus Fahrzeughöchstgeschwindigkeit bei normaler Reibung zwischen Rad und Straße der Stillstand erreicht wird. Dieser Wert der maximalen Zuschaltzeit t_{zm} liegt für eine Fahrzeughöchstgeschwindigkeit von 250 km/h, einem Kraftschlußbeiwert von ungefähr 1 und bei einer Fahrzeugverzögerung von 8 m/s^2 bei ungefähr 10 s . Ergibt die

Überprüfung der Zuschaltzeit t gemäß Schritt 104 keinen Abbruch des automatischen Bremsvorgangs, so wird im Schritt 105 überprüft ob die Zuschaltzeit eine von der Fahrdynamik abhängige Zeitschwelle $t(aF, vFA)$ überschreitet. Diese Zeitschwelle $t(aF, vFA)$ wird aus der Fahrzeuggeschwindigkeit vFA zu Beginn des Bremsvorgangs und aus der Fahrzeugverzögerung ermittelt. Als Wert für die Fahrzeugverzögerung wird dabei beispielsweise die aktuell erreichte Fahrzeugverzögerung aF herangezogen. Die Zeitschwelle $t(aF, vFA)$ ist die Zeit, die noch vergeht bis das Fahrzeug steht und kann zum Beispiel durch die Beziehung

$$t(aF, vFA) = vFA/aF - t$$

berechnet werden. Diese Zeitschwelle kann sowohl wie in diesem Ausführungsbeispiel, bei jedem Überprüfungszyklus berechnet werden als auch einmal bei Erreichen einer maximalen Fahrzeugverzögerung ermittelt werden. Die in der Berechnung der fahrdynamischen Zeitschwelle $t(aF, vFA)$ benötigte Fahrzeugbeschleunigung aF kann direkt gemessen werden. Es kann auch der Wert der Fahrzeugverzögerung aF benutzt werden, der in der Steuerung des Antiblockiersystems aus den Raddrehzahlen ermittelt wird. Die aktuelle Fahrzeuggeschwindigkeit vFA kann ebenfalls von den Signalen anderer Steuergeräte übernommen werden. Im übrigen wird die Fahrzeuggeschwindigkeit zum Beispiel bei der Ermittlung einer geschwindigkeitsabhängigen Auslösung sowieso als Signal für den automatischen Bremsvorgang benötigt. Die Zufuhr eines Signals der Fahrzeuggeschwindigkeit und eines Signals der Fahrzeugbeschleunigung ist in dem Schritt 106 bzw. 108 dargestellt. Neben der Berechnung kann die dynamische Zeitschwelle $t(aF, vFA)$ aus einem Kennfeld entnommen werden.

Im Schritt 107 wird, falls sich im Schritt 105 das Abbruchkriterium des automatischen Bremsvorgangs nicht erfüllt wurde, überprüft, ob die Fahrzeuggeschwindigkeit vFA einen als bestimmter Anteil der Fahrzeuggeschwindigkeit vFB zu Beginn des automatischen Bremsvorgangs berechneter Geschwindigkeitsschwellenwert vS schon unterschritten hat. Der Geschwindigkeitsschwellenwert vS beträgt beispielsweise 50% der Fahrzeuggeschwindigkeit vFB zu Beginn des automatischen Bremsvorgangs. Da das Abbruchkriterium über den Geschwindigkeitsschwellenwert vFB grundsätzlich früher ein Beenden des automatischen Bremsvorgangs einleitet, ist das Abschaltkriterium gemäß dem Schritt 105 allenfalls als Sicherung im Falle einer Störung im Schritt 107 geeignet. Da aber beide Abbruchkriterien auf die Fahrzeuggeschwindigkeit zugreifen, wird in der Regel nur eines der beiden Abbruchkriterien verwendet werden.

Im Schritt 109, der erreicht wird sofern das Abbruchkriterium im Schritt 107 nicht erfüllt wurde, wird überprüft ob die Fahrzeugverzögerung aF einen Schwellenwert aS unterschritten hat oder nicht. Der Schwellenwert aS kann dabei beispielsweise zwischen 80% und 90% der maximalen, während des Bremsvorgangs oder während des automatischen Bremsvorgangs ermittelten Fahrzeugverzögerung aFM betragen. Der Beginn bzw. die Dauer eines Bremsvorgangs kann beispielsweise über das Signal des Bremslichtschalters erfaßt werden. Der Beginn des automatischen Bremsvorgangs ist über den aktuellen Wert der Zuschaltdauer t erfaßt. Wird auch dieses Abschaltkriterium nicht erfüllt, so wird der automatische Bremsvorgang gemäß Schritt 103 weiter

durchgeführt. Der Gegensatz zu dem geschwindigkeitsabhängigen Abschaltkriterium aus dem Schritt 107 ist bei dem beschleunigungsabhängigen Abschaltkriterium gemäß Schritt 109 eine direkte Kopplung an das fahrdynamisch-zeitabhängige Abschaltkriterium aus Schritt 105 nicht gegeben, so daß eine parallele Verwendung des Abschaltkriteriums gemäß Schritt 109 mit einem der Kriterien aus Schritt 105 oder aus Schritt 107 durchaus sinnvoll sein kann.

Wurde eines der Abschaltkriterien aus den Schritten 104, 105, 107 oder 109 erfüllt, so wird im Schritt 110 der Bremsdruckgradient dpB/dt in Abhängigkeit der Zuschaltzeit t und des außer im Schritt 104 vorhandenen Abschaltkriteriums berechnet oder auch aus einem Kennfeld abgelesen. In dem Schritt 111 wird dann überprüft, ob der erzeugte Bremsdruck pB über den der Pedalstellung entsprechenden Bremsdruck pBP noch hinausgeht oder nicht. Erst wenn der Bremsdruck pB den Wert pBP erreicht hat ist der automatische Bremsvorgang vollständig beendet.

Weitere Abbruchkriterien für den automatischen Bremsvorgang, wie beispielsweise Pedalwegsensoren, Membranwegsensoren, Pedalkraftsensoren und Pedalgeschwindigkeitssensoren, können in einfacher Weise in eine entsprechende Abbruchlogik integriert werden.

Die Fig. 2 zeigt das als Beispiel die Regelung des Bremsdruckgradienten dpB/dT in Abhängigkeit des Pedalrücknahmewegs des Bremspedals, wobei der Bremsdruckgradient dpB/dT durch die Öffnung des Entlüftungsventils im oder am Bremskraftverstärker erzeugt wird. Die Kurve zeigt den Öffnungszustand des Ventils in Abhängigkeit des Pedalrücknahmewegs sPR . Durch die Ventilöffnung entsteht ein Bremsdruckabfall, dessen Gradient durch die Druckdifferenz an dem Ventil und die Durchströmöffnung des Ventils bestimmt ist. Dieser Zusammenhang läßt sich leicht aus den entsprechenden Strömungsgleichungen ableiten. Beim öffnen des Ventils ergibt sich zuerst ein großer Gradient des Bremsdrucks, der sich mit abfallendem Bremsdruck verringert. Beim weiteren Öffnen des Ventils steigt die Kurve des Gradienten zunächst steil an, um danach ähnlich der ersten Verringerung wieder abzufallen.

Auf der Abszisse des Graphen ist der Pedalrücknahmeweg sPR des Bremspedals aufgetragen. Der Pedalrücknahmeweg sPR kann zum Beispiel über das Wegspiel des Querbolzens im Gabelkopf der Druckstange erfaßt werden. Der dort gemessene Weg muß dann noch mit der mechanischen Übersetzung des Bremspedals multipliziert werden um den Pedalrücknahmeweg sPR zu erhalten.

Auf der Ordinate ist der Öffnungsgrad des Ventils in Form des Verhältnisses d/d_{max} des Öffnungsdurchmessers d zum maximalen Öffnungsdurchmesser d_{max} aufgetragen.

Es sind zwei Kurven aufgetragen. Die durchgezogene Kurve ist dann anzuwenden, wenn das Antiblockiersystem (ABS) an Abbruchzeitpunkt des automatischen Bremsvorgangs nicht regelt. Die strichpunktierte gilt falls das ABS regelt.

Gemäß der durchgezogenen Kurve bleibt das Ventil solange geschlossen, wie der Pedalrücknahmeweg kleiner als 5 mm ist. Ab diesem Pedalrücknahmeweg wird das Ventil in einem Verhältnis d/d_{max} von 0,2 geöffnet. Wird das Pedal weiter geöffnet und überschreitet der Pedalrücknahmeweg 8 mm so wird das Ventil vollständig geöffnet.

Falls der Bremsdruck zum Abbruchzeitpunkt des automatischen Bremsvorgangs durch das ABS geregelt

wird erhöhen sich die Pedalwegschwellen. Ab einem Pedalrücknahmeweg von 15 mm wird das Ventil in einem Verhältnis d/d_{\max} von 0,2 geöffnet, ab einem Pedalrücknahmeweg von 18 mm wird das Ventil vollständig geöffnet.

Über den Kurven für die Ventilöffnung ist als Beispiel der Verlauf des durch die Ventilbetätigung entstehenden Druckgradient dpB/dT eingezeichnet. Bei ABS-Regelung gilt die strichpunktierte Druckgradientenlinie, ansonsten die durchgezogene Linie. Der Maßstab der Zeitachse wurde so angepaßt, daß die Schaltzeitpunkte und die ventilöffnenden Pedalwege übereinstimmen. Die hier angegebenen Zahlenwerte sind dabei nur als Richtgrößen zu betrachten, da sie wesentlich von der Konstruktion zumindest der Bremse des Fahrzeugs abhängig sind. So übt die mechanische Übersetzung des Bremspedals ebenso wie der Bremsdruck im Bremskreislauf und der Ventildurchmesser einen direkten Einfluß auf die Schaltschwellen und den Ventilöffnungsgrad aus.

In dieser Figur wurde die Ventilöffnung, also der Gradient des Bremsdruckabbaus in Abhängigkeit eines Pedalrücknahmewegs dargestellt. Entsprechende Kurven und Kennfelder sind selbstverständlich auch für die anderen Abbruchkriterien erstellbar.

Patentansprüche

1. Verfahren zum Beenden eines automatischen Bremsvorgangs für Kraftfahrzeuge, bei welchem nach Erfüllen eines Auslösekriteriums ein größerer als sich aus der Stellung des Bremspedals ergebender Bremsdruck aufgebaut wurde, wobei der automatische Bremsvorgang dann durch Bremsdruckabbau auf den der Stellung des Bremspedals entsprechenden Bremsdruck beendet wird, wenn eine Größe eines Abbruchkriteriums einen dieser Größe zugeordneten Schwellenwert überschreitet oder unterschreitet, dadurch gekennzeichnet, daß als Größe des Abbruchkriteriums eine fahrdynamische Größe herangezogen ist.
2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß als fahrdynamische Größe des Abbruchkriteriums die Fahrzeuggeschwindigkeit (vFA) herangezogen ist, wobei als Schwellenwert ein Geschwindigkeitsschwellenwert (vS) in Abhängigkeit der Fahrzeuggeschwindigkeit (vFB) zu Beginn des Bremsvorgangs oder zu Beginn des automatischen Bremsvorgangs ermittelt ist.
3. Verfahren nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß der Geschwindigkeitsschwellenwert (vS) 40% bis 60%, insbesondere aber 50% der Fahrzeuggeschwindigkeit (vFB) zu Beginn des Bremsvorgangs oder zu Beginn des automatischen Bremsvorgangs beträgt und daß der automatische Bremsvorgang dann beendet wird, wenn der Geschwindigkeitsschwellenwert unterschritten wird.
4. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß als fahrdynamische Größe des Abbruchkriteriums die Fahrzeugverzögerung (aF) herangezogen ist, wobei als Schwellenwert ein Verzögerungsschwellenwert (aS) in Abhängigkeit der maximal erreichten Fahrzeugverzögerung (aFM) ermittelt ist.
5. Verfahren nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, daß der Verzögerungsschwellenwert (aS) zwischen 80% und 90% der maximalen Fahrzeugverzögerung beträgt und daß der automatische

Bremsvorgang dann beendet wird, wenn die Fahrzeugverzögerung diesen Schwellenwert (aS) unterschreitet.

6. Verfahren zum Beenden eines automatischen Bremsvorgangs für Kraftfahrzeuge, bei welchem nach Erfüllen eines Auslösekriteriums ein größerer als sich aus der Stellung des Bremspedals ergebender Bremsdruck aufgebaut wurde, wobei der automatische Bremsvorgang dann durch Bremsdruckabbau auf den der Stellung des Bremspedals entsprechenden Bremsdruck beendet wird, wenn eine Größe eines Abbruchkriteriums einen dieser Größe zugeordneten Schwellenwert überschreitet oder unterschreitet, dadurch gekennzeichnet, daß als Größe des Abbruchkriteriums die seit Beginn des automatischen Bremsvorgangs vergangene Zuschaltzeit (t) herangezogen ist.

7. Verfahren nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, daß ein fester Zeitschwellenwert für die Zuschaltzeit (t) vorgegeben ist, wobei der Zeitschwellenwert (tzm) zwischen 0,5 s und 10 s beträgt.

8. Verfahren nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, daß der Zeitschwellenwert ($t(aF, VFA)$) in Abhängigkeit von fahrdynamischen Größen ermittelt ist.

9. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß als Zeitschwellenwert ($t(aF, VFA)$) die Zeit ermittelt ist, die benötigt wird um mit einer bestimmten Verzögerung das Fahrzeug auf eine bestimmte Geschwindigkeit abzubremesen.

10. Verfahren nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, daß die bestimmte Geschwindigkeit zwischen 0 km/h und 5 km/h liegt.

11. Verfahren nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, daß die bestimmte Geschwindigkeit als vorgegebener Anteil der Fahrzeuggeschwindigkeit (vFB) bei Beginn des automatischen Bremsvorgangs ermittelt ist.

12. Verfahren nach Anspruch 11, dadurch gekennzeichnet, daß der vorgegebene Anteil zwischen 40% und 60%, insbesondere jedoch 50% beträgt.

13. Verfahren nach einem der Ansprüche 9 bis 11, dadurch gekennzeichnet, daß als bestimmte Verzögerung ein Wert für die maximal von dem Fahrzeug erreichbare Fahrzeugverzögerung (aFM), insbesondere 8 m/s^2 herangezogen ist.

14. Verfahren nach einem der Ansprüche 9 bis 11, dadurch gekennzeichnet, daß als bestimmte Verzögerung ein Wert der bei dem automatischen Bremsvorgang tatsächlich erreichten Fahrzeugverzögerung (aF) herangezogen ist.

15. Verfahren zum Beenden eines automatischen Bremsvorgangs für Kraftfahrzeuge, bei welchem nach Erfüllen eines Auslösekriteriums ein größerer als sich aus der Stellung des Bremspedals ergebender Bremsdruck aufgebaut wurde, wobei der automatische Bremsvorgang dann durch Bremsdruckabbau auf den der Stellung des Bremspedals entsprechenden Bremsdruck beendet wird, wenn eine Größe eines Abbruchkriteriums einen dieser Größe zugeordneten Schwellenwert überschreitet, dadurch gekennzeichnet, daß in Abhängigkeit des Abbruchkriteriums Zuschaltzeit (t) und/oder in Abhängigkeit des Abbruchkriteriums des Überschreitens des Schwellenwertes durch die diesem Schwellenwert zugeordnete fahrdynamische oder bremspedalabhängige Größe der Gradient des Druckabbaus (dpB/dT) bestimmt wird.

16. Verfahren nach Anspruch 15, dadurch gekennzeichnet, daß als bremspedalabhängige Größe des Abbruchkriteriums ein Pedalrücknahmeweg (sPR) erfaßt ist, wobei der Pedalrücknahmeweg (sPR) über den Relativweg an einem Wegspiel zwischen Bremspedal und Druckstange des Bremskraftverstärkers erfaßt wird. 5

17. Verfahren nach Anspruch 16, dadurch gekennzeichnet, daß das Wegspiel als sich in Bewegungsrichtung der Druckstange erstreckendes Langloch im Gabelkopf der Druckstange ausgeführt ist, wobei das Bremspedal durch einen das Langloch durchsetzenden Querbolzen befestigt ist und wobei sich zumindest beim Zurücknehmen des Bremspedals ein von der Zurücknahmegeschwindigkeit abhängiger Relativweg zwischen druckstangenseitigem Anschlag des Langlochs und Querbolzen ergibt. 10 15

18. Verfahren nach Anspruch 16, dadurch gekennzeichnet, daß der Druckabbau aufgrund des Pedalrücknahmewegs (sPR) in zwei Stufen erfolgt, wobei nach dem Überschreiten einer ersten Relativwegschwelle ein geringer Gradient (dpB/dT) des Bremsdruckabbaus gegeben ist und wobei nach dem Überschreiten einer zweiten Relativwegschwelle ein großer Gradient (dpB/dT) des Bremsdruckabbaus gegeben ist. 20 25

19. Verfahren nach Anspruch 18, dadurch gekennzeichnet, daß die erste und die zweite Relativwegschwelle in Abhängigkeit der Aktivierung eines Antiblockiersystems festgelegt ist. 30

20. Verfahren nach Anspruch 19, dadurch gekennzeichnet, daß bei nicht vorhandenem oder nicht aktiviertem Antiblockiersystem die erste Relativwegschwelle bei ca. 5 mm Pedalweg (sPR) und die zweite Relativwegschwelle bei ca. 8 mm Pedalweg (sPR) liegt und daß bei aktiviertem Antiblockiersystem die erste Relativwegschwelle bei ca. 15 mm Pedalweg (sPR) liegt und die zweite Relativwegschwelle bei ca. 18 mm Pedalweg (sPR) liegt. 35 40

Hierzu 2 Seite(n) Zeichnungen

45

50

55

60

65

- Leerseite -

Fig. 1

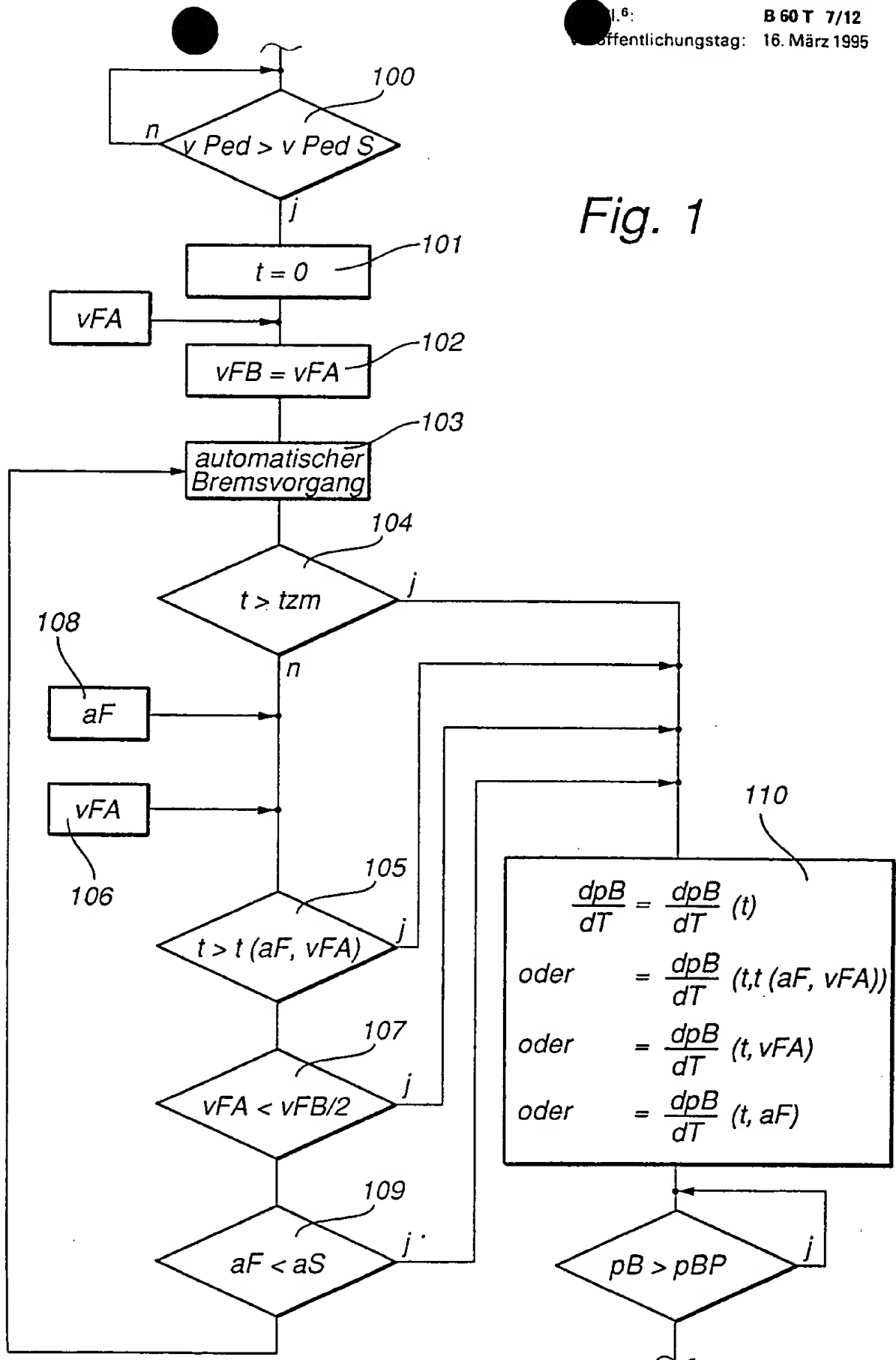


Fig. 2

